IL BAROMETRO AREOMETRICO

A BILANCIA

DELLA LOGGIA DELL'ORGAGNA

IN FIRENZE

RELAZIONE

DEL PADRE PROF. FILIPPO CECCHI

DELLE SCUOLE PIE

(Estratta dalla Gazzetta delle Campagne N. 7, 8 e 9, Ottobre 1862.)

E

TEORIA ANALITICA ELEMENTARE

DEI BAROMETRI AREOMETRICI A MERCURIO

PER GIOVANNI ANTONELLI D. S. P.

FIRENZE

TIPOGRAFIA DI GIUSEPPE MARIANI

1862

IL BAROMETRO
DELLA LOGGIA DELL' ORGAGNA
IN FIRENZE

Sul declinare dell'anno 1859 l'illustre signor Marchese Cosimo Ridolfi, allora Ministro della Pubblica Istruzione in Toscana, affidò all'ottimo mio collega P. Giovanni Antonelli ed a me l'onorevole incarico di far costruire un barometro e un termometro perchè nella nostra città venissero messi all'uso del pubblico, e segnando sovra scale assai ampie le loro indicazioni, riescissero ben visibili a tutti; e così venisse a rendersi familiare al popolo l'uso di un genere di osservazioni meteorologiche utilissime. Gl'istrumenti di tal genere già noti non ci parvero ben rispondere allo scopo, e quindi nella costruzione dei nuovi introducemmo dei congegni in gran parte di nostra invenzione. Questi nuovi strumenti dietro la decisione del Consiglio d'Arte, che approvò il progetto per la parte architettonica,

vennero collocati in luogo eminente nella Loggia dell'Orgagna, volgarmente detta dei Lanzi, ove per lo spazio di circa due anni colle loro regolari indicazioni hanno mostrato di essere riesciti eccellenti. Parlerò in altra occasione del termometro, mentre per ora del solo barometro mi sono prefisso di far parola.

Questo istrumento da me immaginato, e fatto costruire di concerto e cogli ottimi consigli dell'egregio mio Collega sopra nominato, è del genere dei barometri a bilancia a tubo mobile e vaschetta fissa, e riesce assai somigliante al barometro statico del Cav. Moreland, a quello molto ingegnoso dell'illustre G. Minotto e a quello pure ingegnoso del Chiar. P. Secchi di Roma; ma da questi però differisce essenzialmente pel principio su cui è fondato e pel suo modo di azione, tantochè crediamo potersi ritenere quale istrumento nuovo, e che chiamiamo *barometro areometrico a bilancia.*

La figura 1.a della tavola annessa rappresenta tutto l'insieme dei congegni di questo apparato veduto di faccia e ridotto ad un quindicesimo delle sue dimensioni, e vi apparisce tolta una porzione del quadrante perchè non nasconda parte del meccanismo. A B è il tubo o canna barometrica formata di ferro battuto, la quale nella parte superiore ha una porzione o camera cilindrica del diametro interno di 52 millimetri e di una lunghezza di circa 30 centimetri. Il resto del tubo fino all'estremità B è molto più stretto, non avendo che due centimetri di diametro; ed è congiunto alla parte maggiore senza saldatura, ma vi è unito il ferro per mezzo di una bollitura a fuoco. Nello stesso modo è stata chiusa ermeticamente in cima la canna in A con coperchio di ferro. In basso la canna medesima porta un manicotto, che consiste in un tubo cilindrico di ferro C D, lungo circa 32 centimetri, tornito esternamente, e di un diametro alquanto più grande di quello interno della camera superiore. Questo manicotto avente le sue pareti assai sottili, presenta la forma di un bicchiere stretto e lungo, e riceve per un foro praticato nel suo fondo in D la canna barometrica, la quale si congiunge solidamente a vite a questo fondo medesimo, e poi lo oltrepassa per una lunghezza D B di circa dieci centimetri. L'intera canna dopo essere stata colle solite precauzioni empita di mercurio (che non occorre sia purificato) e turata con un dischetto di legno imbevuto di cera, premutovi col dito per impedire l'ingresso dell'aria, viene rovesciata, immergendosene l'estremità in una profonda vaschetta di mercurio MNO; e tolto con facilità il dischetto che ne chiudeva l'orifizio, il mercurio interno di essa comunica liberamente con quello della vaschetta, e

nella parte superiore scende fino ad un certo punto lasciando il vuoto dietro di sè, come nell'esperienza torricelliana. Qui farò osservare che una canna di vetro piuttosto che di ferro sarebbe stata meno costosa e più leggera, ma sarebbe riescita troppo fragile e quindi pericolosa, come ha osservato anche il P. Secchi sopra rammentato, il quale riconobbe il pericolo di una specie di esplosione, che in seguito di qualche accidente non difficile ad avvenire può aver luogo nelle canne barometriche grandi formate di quella fragile materia. Volendosi costruire un istrumento di tal genere, lo progetterei di prendere invece parecchie canne o tubi di vetro da barometri comuni a assai lunghe, empiendole ad una ad una di mercurio, turandole col dito, a rovesciandole in una vaschetta assai larga e profonda; poi legarle insieme formando di tutte un sol fascio, che venga poscia munito in basso dell'opportuno manicotto pescante nel mercurio. Ciascuna di esse potrebbe avere la sua camera barometrica piuttosto ampia, e poi andare a ristringersi inferiormente. Questo fascio di piccole canne dovrebbe fare il medesimo effetto della canna grossa unica, quando la somma delle sezioni di tutte le camere barometriche di esse fosse eguale alla sezione della camera grande di quella.

Seguitando la descrizione, la nostra canna è attaccata per la sua estremità superiore A ad un gran bilanciere di ferro, reso più leggiero che si può, imperniato delicatamente nel mezzo, che è il suo centro di gravità, e terminato al di qua e al di là con archi di cerchio, come si vede nella stessa figura 1.a, a vi sta appesa mediante un fascio di dodici nastri o fettucce, l'una all'altra sovrapposte, di gallone dorato (1) le quali, pieghevolissime come nastri di

(1) Questo nastro di gallone, che si trova in commercio, è largo 16 millimetri, ed è composto di 34 lame di rame dorate che ne formano l'ordito, larghe ciascuna mezzo millimetro e sottilissime, e la trama è di seta. Il fascio dei dodici nastri mentre è di un peso quasi insensibile, è peraltro tanto tenace che potrebbe resistere ad una trazione di 200 chilogrammi prima di strapparsi. Anche un fascio di buoni nastri di seta avrebbe potuto servire pel medesimo oggetto, giacchè le variazioni che avrebbero subite per l'igrometricità non avrebbero influito niente sulla canna, ma sarebbero stati per altro meno durevoli. Una catena metallica non sarebbe stata a proposito, perchè, oltre la variabilità del peso della sua parte pendente dal bilanciere, avrebbe tolto all'istrumento il pregio della delicatezza dei suoi movimenti, attesa la difficoltà che al piegarsi opponeva per l'attirito che provavano gli anelli l'uno contro l'altro nei punti di contatto. Quei nastri metallici poi, adoperati come organi di trasmissione di moto potrebbero rendere utili servigi anche in vari altri generi di macchine.

seta, si adattano mirabilmente alla curva del bilanciere senza offrire quasi alcnna rigidezza. Dall'altra parte del bilanciere pende nello stesso modo un contrappeso P' di 16 chilogrammi. Un altro poi di qnei piccoli nastri metallici (e questo non potrebbe essere di seta a cagione dell'essere igrometrica) attaccato per un capo alla estremità medesima A della canna, s'inalza accanto al fascio degli altri nastri senza più toccarli, e va ad avvolgersi e poi fissarsi coll'altro capo sulla larga gola piana di nna piccola puleggia portante sul proprio asse il lungo indice, cbe deve segnare sopra nn quadrante le variazioni barometricbe; mentre in nn'altra gola della stessa puleggia sta fissato per uno dei capi ed avvolto un filo di seta, che sostiene un altro contrappeso P di 330 grammi. I sostegni, che reggono l'asse del bilanciere e della puleggia, sono portati da due robuste traverse di ferro, delle quali una sola Q R è visibile nella figura, e queste sono sostenute da due colonne di ferro QS ed RT come dalla stessa figura apparisce. Finalmente i pesi P e P', cbe colla loro somma fanno equilibrio alla canna, debbono tenere questa a tale altezza, cbe il livello interno del mercurio si trovi, per una pressione atmosferica media, presso la metà della camera superiore: e parimente la vascbetta è situata a tal punto, cbe il livello del mercurio in essa si trovi allora presso la metà del manicotto o cilindro CD.

La canna barometrica frattanto insieme col bilanciere, colla puleggia e l'indice e coi pesi P e P' forma tutto un sistema oscillante, serbando sempre immersa nel mercnrio della vaschetta la sua estremità inferiore con porzione del suo manicotto CD. Quest'ultimo perciò ha tale lungbezza e tale rapporto fra il suo diametro esterno e quello interno della camera barometrica superiore, cbe giammai esso possa emergere dal mercurio del serbatoio esterno per le minime pressioni atmosfericbe, come neppure possa la canna giungere a toccare il fondo del serbatoio medesimo o vaschetta per le pressioni massime. Cbe anzi, siccome per la debole adesione cbe esiste fra il ferro e il mercurio potrebbe fra di essi introdursi dell'aria, e penetrare nella canna; perciò questa, ancbe nelle minime pressioni dell'atmosfera, serba immersa nel mercurio la sua estremità inferiore per una profondità non minore di diciotto centimetri: e di più una notabile lungbezza della parte immersa è stata stagnata, dietro l'idea indicata dal sopra lodato P. Secchi. Abbiamo poi trovato utilissimo l'ungere con sego comune di candele la parte del manicotto non stagnata, attesa l'aderenza ragguardevole cbe ba col mercurio.

Da tutto ciò cbiaramente rilevasi cbe una parte del peso

della canna barometrica vien sostenuto dalla spinta o resistenza idrostatica del mercurio della vaschetta, mentre l'altra parte, che è la maggiore, viene controbbilanciata dai pesi P e P'. Questa canna adunque può rassomigliarsi ad un areometro attaccato ad un braccio di una bilancia ed immerso in un liquido, nel quale non perde che una parte del suo peso, perchè l'altra parte è equilibrata dai pesi attaccati all'altro braccio. Ed affinchè questa canna possa sempre galleggiare con equilibrio stabile anche nelle massime sue immersioni, abbiamo trovato necessario di abbassarne assai il centro di gravità, e lo abbiamo ottenuto col riempire di mercurio fino ad una certa altezza il manicotto CD, ossia quello spazio che rimane compreso fra le pareti di questo e quelle della canna che lo attraversa. Il qual mercurio, destinato soltanto a fare l'ufficio di zavorra, non comunica affatto nè con quello della canna, nè con quello della vaschetta.

Per abbassare assai il centro di gravità della canna, non volendo noi osare il metodo troppo costoso di applicare alla estremità inferiore della medesima un pezzo di platino immerso pure esso nel mercurio del serbatoio, usammo talora nelle prove preparatorie un altro modo, che sebbene men semplice, riesce peraltro benissimo. E questo consiste nell'attaccare solidamente alla canna, per mezzo di opportuna ghiera, al di sopra del manicotto e in senso orizzontale una traversa di ferro GL, (fig. 5) la quale al di qua e al di là si ripieghi in basso in due lunghe branche GX ed LY a guisa di una *n* minoscola, portando alle estremità delle branche stesse inferiormente e fuori della vaschetta due pesi di piombo eguali X, Y formanti insiem colla canna tutto un sistema oscillante nel senso verticale. Ma invece di questo ultimo modo adottammo nella costruzione dell'istrumento in parola, l'altro detto di sopra come più semplice sebbene non egualmente economico.

Anche la canna barometrica medesima debbo dire che avrebbe potuto essere costruita in altra maniera ben diversa. Suppongasi infatti che non vi esista quel pezzo di tubo stretto, o di minor diametro, che si trova dentro il manicotto dal punto C al punto D, e che al punto C la parte stretta si allarghi e si congiunga solidamente al manicotto stesso C D, dimodochè questo manicotto non sia altro che la parte inferiore della canna foggiata a guisa di campana cilindrica, tutta piena, ben s'intende, di mercurio, e pescante al solito nello stesso liquido contenuto nella vaschetta. Questa canna, benchè foggiata ben diversamente dall'altra, avrebbe potuto in si-

mil modo essere adoperata per la costruzione di un tal barometro, purchè il diametro esterno della detta campana fosse stato sempre alquanto maggiore di quello interno della camere barometrica, serbando con esso l'opportuno rapporto di grandezza. L'istrumento allora si sarebbe avvicinato anche di più nelle somiglianza al barometro del prelodato Sig. Minotto, (1) ove esiste, una canna con una simile camera barometrica in alto ed una simile campane in basso, di diametri però fre loro eguali. Il perchè ne sarebbe stato peraltro sempre sostanzialmente diverso, mentre, oltre la grande diversità della costruzione in tutto il rimanente dell' apparato, è diverso perfino il principio, su cui si fonda la sua azione principale. Questa infatti nel nostro istrumento è sempre fondata su di un principio idrostatico, mentre in quello del Sig. Minotto è fondata sovra un altro principio, che è puramente meccanico. Diverse ragioni peraltro ci determinerono a costruire la canne nella prime maniera sopra descritte.

Dopo aver fatto conoscere le varie parti principali, onde si compone il nuovo *barometro areometrico a bilancia*, e l'ufficio delle medesime, non sarà difficile il vedere come esso debba secondare colle sue oscillazioni più o meno ample le variazioni della pressione dell' atmosfere, e qual rapporto abbiano queste con quelle. Suppongasi infatti che per un aumento avvenuto nell'atmosferica pressione il mercurio s'inalzi alquanto dentro ella canna barometrica. È chiaro che queste, venendo accresciuta di peso in virtù del mercurio entratovi, non potrà più essere equilibrata dai pesi costanti P e P', e perciò dovrà discendere, immergendosi più di quello che era prima dentro al mercurio della vaschetta. Or se il diametro interno della camere barometrica fosse eguale al diametro esterno del manicotto C D, è chiaro parimente che pel nuovo mercurio che s' introdurrebbe dentro alla canna che discende, essa acquisterebbe tanto peso, quanto via vie ne perderebbe per l' immersione del manicotto nella vaschetta. Quindi vi resterebbe sempre preponderante la medesima forze, per cui l'istrumento non troverebbe mai un nuovo stato d'equilibrio, finchè l'estremità inferiore della canna non giungesse a toccare il fondo della vaschetta medesima. Ma se il manicotto CD abbia, come si disse, il suo esterno diametro alquanto maggiore di quello interno della camera barometrica, è manifesto che la canna in discendendo perderà più peso

(1) Del barometro del Sig. Giovanni Minotto trovasi una descrizione dettagliata a pag. 376 del tomo 2. del Dizionario Tecnologico stampato a Venezia, 1831.

di quello che via via guadagnerebbe e che troverà una nuova posizione di equilibrio quando pel principio di Archimede avrà perduto tutto quel peso che avea guadagnato, vale a dire quando avrà spostato col suo manicotto tanto mercurio, quanto in essa se ne introdusse per l'aumento supposto della pressione dell'atomsfera. L'opposto dovrà evidentemente accadere se la pressione dell'atmosfera diminuisca. Dal quale ragionamento emerge tosto la conseguenza che il livello del mercurio della vaschetta *si mantiene da per sè sempre invariabile*, ad onta che varii quanto si vuole e la pressione atmosferica e la immersione della canna. Proprietà veramente preziosa di tale istrumento, e di cui non gode nessun barometro di altro genere.

Altra conseguenza ancora dedurremo agevolmente da ciò che abbiam detto, ove riflettasi che la corsa effettiva, che farà la canna per trovare la nuova posizione di equilibrio, sarà tanto maggiore, quanto più piccola sarà la differenza fra i detti diametri della camera barometrica e del manicotto. Laonde l'istrumento *è atto a riescire di sua natura moltiplicatore quanto si vuole*, che vuol dire che per un millimetro di variazione indicata dai comuni barometri, la canna di questo può percorrere effettivamente molti millimetri: proprietà anche questa pregevolissima, la quale lo rende superiore per la sua sensibilità a tutti i comuni barometri. Noi però non abbiamo dato alla corsa della canna che un ingrandimento di due e mezzo circa, e ciò in vista di ottenere una maggior forza motrice, serbando quel dato diametro della camera barometrica e della vaschetta, e perchè molto lungo era l'indice, che dovea segnare le divisioni della scala, essendo un metro e 64 centimetri il diametro della mostra o quadrante di marmo. L'ingrandimento totale però delle indicazioni è di 40 volte, cioè ogni millimetro barometrico è dato da quattro centimetri effettivi sulla mostra.

Le due singolari proprietà sopra esposte del nostro barometro areometrico, cioè l'*invariabilità* del livello del mercurio nella vaschetta e la *facoltà d'ingrandire* le indicazioni coi soli movimenti della canna, furono da noi immediatamente vedute, e subito affermate senza la minima esitazione fino dal momento che ci venne fatto d'immaginare quell'istrumento; poichè le scorgemmo rampollare ambedue direttamente dal principio di Archimede, su cui lo strumento si fonda. Esiste un fatto analogo nel noto galleggiante di Prony, sebbene non abbia nulla che fare in genere col barometro, non avendo altro scopo che mantenere invariabile il livello dell'acqua di un vaso, nel tempo che questa effluisce per un orifizio praticato

nel vaso medesimo. Se ivi infatti il livello non varia, è appunto perchè il liquido via via sgorgato, è ricevuto in un altro vaso sottoposto al primo ed appeso al galleggiante, e grava quest'ultimo, facendolo immergere di più, fintantochè non ne abbia spostato un volume che pesi altrettanto, vale a dire un volume eguale. Ed è poi manifesto che la discesa di quel galleggiante, per un dato volume di liquido erogato, sarà tanto maggiore, quanto minori saranno le dimensioni di esso nel senso orizzontale. Nel barometro areometrico poi il mercurio, che per un dato aumento di pressione atmosferica esce dalla vaschetta, non si versa in un vaso sottoposto ad essa e legato al galleggiante per aumentarne il peso; ma invece viene spinto direttamente dentro alla canna barometrica, la quale, così gravata di quel peso maggiore, deve immergersi di più, fintantochè non ne abbia spostato un volume che pesi altrettanto, ossia un volume eguale. D'onde si scorge tosto la invariabilità del livello nella vaschetta, come pure la maggiore o minore lunghezza di discesa della canna, secondo il rapporto esistente fra il diametro del manicotto e quello della camera barometrica.

La seconda delle due sovra esposte proprietà del nostro barometro areometrico, quella cioè di essere teoricamente atto a riescire di sua natura moltiplicatore quanto si vuole, è essa pure evidentemente pregevolissima e di grande utilità; ma dobbiamo guardarci di non esagerarla, poichè quando si viene alla pratica, questa impone pur troppo certi limiti, che non si debbono oltrepassare. La lunghezza totale infatti della canna barometrica viene ad accrescersi a misura che se ne aumenta la corsa effettiva, ossia l'ingrandimento dovuto direttamente alla medesima; e parimente viene a crescere la profondità della vaschetta, la quale si sa che deve mantenersi sempre piena di mercurio fino al suo livello *invariabile*. Inoltre qualche lievissima quantità di aria o di vapore acqueo suole trovarsi ordinariamente in tutti i barometri, per quanto siansi adoperate nel costruirli ben molte premure e precauzioni. Or quella materia gassosa, sia pure molto rarefatta, che riempie la camera barometrica, nuoce alla bontà dell'istrumento tanto più, quanto più grande è la corsa della canna per una data variazione della pressione atmosferica: imperciocchè allora troppo grandi essendo le variazioni di volume e quindi di forza elastica o tensione, che quella sostanza gassosa subisce per l'ampiezza dei movimenti della canna; quella forza elastica o tensione stessa potrà influire notabilmente sull'altezza assoluta del mercurio, che dentro alla canna si trova,

e rendere irregolari ed inesatte le indicazioni dell'istrumento. Alla forza motrice poi di questo dovea pure aversi riguardo nella sua costruzione. Non era la canna, che colle sue semplici variazioni della linea di galleggiamento dovesse segnare direttamente le variazioni della pressione, ma i suoi movimenti doveano essere comunicati ad un lungo indice mobile su un quadrante: e quindi una sufficiente forza motrice era necessaria nel nostro apparecchio, per poter vincere gli attriti, che sono inevitabili in qualunque macchina, quantunque noi possiam dire di averli ridotti al minimo possibile. È facile a vedersi che per una vaschetta di un dato diametro la forza motrice dell'istrumento cresce al crescere dei diametri della camera barometrica e del manicotto. E le dimensioni che abbiam date al medesimo erano tali, da riescire sufficienti ad ottenere il moto nella macchina anche per un decimo di millimetro di variazione barometrica.

Il calcolo dimostra ancora e con facile ragionamento possiamo convincercene che, per un dato diametro della camera barometrica e della vaschetta, la forza motrice del nostro istrumento resulta tanto maggiore, a misura che maggiore è il diametro del manicotto. Quindi potrebbe talora la camera barometrica avere all'occorrenza un diametro piuttosto piccolo, e la canna essere di vetro, ed essere munita in basso di un manicotto, dentro certi limiti, molto grande. Così benchè questa canna avesse piccola ampiezza nei suoi moti, potrebbe supplirsi con dei facili mezzi meccanici, quando si volesse un maggiore ingrandimento nelle indicazioni dell'apparato. Potrassi infine con facilità intendere che, per un dato diametro della camera barometrica e del manicotto, la forza motrice cresce tanto più, quanto minore è il rapporto fra il diametro del manicotto stesso e quello della bocca della vaschetta. È utile perciò che il diametro di questa sia più piccolo che si può, sempre per altro dentro i limiti imposti dalla natura del liquido che contiene. La figura 1.ª e la figura 5.ª mostrano la bocca della vaschetta troppo esagerata.

Farò poi osservare che se il barometro areometrico è di molta utilità, lo è specialmente perchè può possedere una non piccola forza motrice combinata con una discreta ampiezza dei movimenti della canna. Questa cosa infatti oltre l'uso pubblico a cui fu applicato il nostro, rende l'istrumento atto anche a diventar facilmente *autografico*, senza il soccorso incomodo della fotografia, potendo esso di per sè, anche senza essere costruito con troppo grandi dimen-

sioni, avere sufficiente forza motrice per vincere tutti gli attriti, e specialmente quello del lapis o punta, che deve fregare contro una carta, che scorre continuamente sotto di essa. La figura (4.ª) della tavola, mostra uno dei molti modi, coi quali potrebbe ottenersi col nostro istrumento l'autograficità. Ivi si vede sulla parte superiore della canna barometrica una verghetta metallica premuta da una leggiera molla e portante il lapis, il quale colla sua punta va a poggiare orizzontalmente contro un cilindro verticale coperto dalla opportuna carta, e che si suppone messo in moto da un orologio. Il porta-lapis però dovrebbe in tal caso essere munito di una piccola puleggia delicatamente imperniata, avente il suo piano verticale e perpendicolare al lapis, e poggiante colla sua gola contro una verghetta fissa verticalmente fra la canna e il cilindro, e che non apparisce nella figura: e ciò per impedire che al girar del cilindro la canna venga a girare sul proprio asse. Se però l'ingrandimento dato all'apparecchio non fosse troppo forte, potrebbe farsi a meno di questa ultima parte di meccanismo; e i nastri metallici, che sostengono la canna, potrebbero allora serbare presso a poco una uniforme resistenza alla rotazione orizzontale della medesima per tutte le posizioni, in che può trovarsi nelle sue verticali oscillazioni.

Ma tornando all'istrumento che fu da noi costruito, (fig. 1.ª), se da un lato cercammo di dare alla canna tali dimensioni, da risultare per essa una buona forza motrice, senza poi aver bisogno d'impiegare una eccessiva quantità di mercurio; dall'altro studiammo ancora i varii mezzi e gli artifizi, che si potevano adoperare per diminuire gli attriti. Non prestandosi bene un coltello da bilancia per sostenere il bilanciere della nostra macchina, attesa la lunghezza della corsa della canna; le ruote della macchina di Atwood erano le prime a presentarsi alla mente per essere adoperate a quell'ufficio, come pure a quello di sostenere l'asse della puleggia portante l'indice, la qual cosa noi sperimentammo nelle prime prove preparatorie: ma a cagione del peso troppo grande del bilanciere, della canna e dei contrappesi P e P', come pure per il peso della puleggia col suo lungo asse e lungo indice, gli attriti rimanevano sempre, a nostra opinione, un po' troppo forti, e l'istrumento non ci parve possedere tutta quella delicatezza di movimenti che si sperava. Fu allora che cercandovi il rimedio, io immaginai senza conoscerlo, un sistema analogo al sistema di sospensione dei pernj delle pesanti campane, messo in opera anni sono dal Sig. Dulot (1) per ren-

(1) V. il giornale il *Cosmos*. Tom VII. 671.

dere men faticoso il movimento di esse nei campanili. Ma questo sistema da me immaginato è talmente più perfetto, che, mentre quello del Sig. Dutot è un sistema troppo grossolano (benchè sufficiente al suo scopo di render più agevole il sonar delle campane) ed incapace di prestarsi per delicati istrumenti, il mio invece si è mostrato di una delicatezza sorprendente. E se noi colla mano facciamo muovere un poco il bilenciere o la canna o uno dei contrappesi, vediamo compiersi un numero grandissimo di oscillazioni anche di un'ampiezza estremamente piccola, prima che l'istrumento siasi ristabilito in una quiete perfetta.

Nè ciò deve recar maraviglia per chi sappia che una campana pesante 500 chilogrammi, e sospesa col sopra ricordato sistema del Sig. Dutot, poteva essere messa in tutto movimento con una forza minore di due chilogrammi, e che se veniva ad un tratto abbandonata a sè stessa, seguitava ad oscillare da sè per più di diciassette minuti primi; ed una campana, che prima richiedeva la forza di tre uomini per essere sonata, potè, dopo che fu sospesa con quel sistema, esser ben sonata dal curato e con una sola mano.

La figura (3.ª) (prescindendo per ora da quella ruota dentata che vi si vede e dai pezzi M, M) mostra a parte in dimensioni più grandi, e quasi la metà del vero, il modo d'imperniatura di ciascuna delle due estremità dell'asse che porta l'indice. Questo asse è raffigurato in N, ed è semplicemente posato sull'arco di cerchio RR' della ruota verticale non detentata RR'R'', la quale ha il suo centro sostenuto con delicato pernio nel punto H della verga metallica KH. Al di sotto di quel punto H questa stessa verga si prolunga a guisa di una forchetta a branche parallele, e fra queste passa l'asse N, avendo fra le medesime un piccol giuoco, per cui non può toccarle mai ambedue insieme, ma una sola alla volta, secondo che esso tende a girare in un senso o in un altro.

Suppongasi ora che per una variazione che avvenga nelle pressione dell'atmosfera la canna si abbassi alquanto, ovvero s'inalzi. È chiaro che l'asse N nel suo girare, poggiando leggermente contro la branca destra, ovvero contro la branca sinistra di quella forchetta, farà muovere alquanto anche la ruota RR'R'', la quale dolcemente obbedirà a tutti i movimenti che l'asse medesimo le comunica per l'aderenza che ha coll'arco RR' su cui riposa. È però da notare che questo asse porta alla sua estremità posteriore una piccola scanalatura o gola a guisa di puleggia, ed è in questa gola che s'interna l'arco dell'altra ruota analoga ad RR'R'' al quale non

è visibile nella figura: e ciò per impedire che l'asse possa mai essere per qualunque causa spostato in un senso parallelo a se stesso, ossia in un senso perpendicolare ai piani delle due ruote che lo sostengono.

Simile a questa è la maniera, con cui sono sostenute le due estremità dell'asse dei bilanciere (fig. 1.ª), poichè il sistema è il medesimo, quantunque i pezzi di sostegno sieno fatti diversamente. Anche qui l'asse è solidamente fissato al bilanciere, ed è girevole insieme con esso. Invece di due ruote vi sono due staffe, di cui una sola E F è visibile nella figura, perchè quella posteriore si suppone coperta dalla prima.

Ciascuna di queste due staffe (fig. 1.ª e 2.ª) consiste in una verga di acciaio E F, la quale porta presso l'estremità superiore una palla di piombo E, che può esservi stretta con una vite di pressione. Per un foro x praticato più in basso passa un prisma orizzontale pure di acciaio a sezione di losanga avente un angolo acuto rivolto in alto, e fisso stabilmente su di un opportuno sostegno, come apparisce nella fig. 1.ª ove si vede la staffa E F sostenuta pel lembo superiore del suo foro x nel modo stesso con cui stanno attaccati al giogo di una bilancia i ganci che ne reggono i piatti. Finalmente presso la sua estremità inferiore la staffa porta una finestrella F di figura presso a poco rettangolare; se non che il lato orizzontale inferiore di questa finestrella, invece di essere rettilineo, è un arco di cerchio, avente per centro il centro di rotazione x, che attesa la posizione del peso E, ne è ancora il centro di gravità. In questa finestrella, praticata in fondo a ciascuna delle due staffe gemelle E F, e pendenti ambedue dal prisma x a guisa di due pendoli, s'introduce, tanto dinanzi che dietro al bilanciere, l'asse di acciaio cilindrico e sporgente del medesimo, poggiando sul lato inferiore della stessa finestrella, sul qual lato riesce girevole delicatissimamente.

Ed affinchè il detto asse non venga mai per qualunque causa a spostarsi, ha ciascuna delle due estremità collocata fra due piccole ruote m, n situate in modo che mai possa toccarle ambedue simultaneamente. Invece di queste due piccole ruote sarebbesi potuta usare, per impedire gli spostamenti dell'asse del bilanciere, una forchetta come quella che fu adoperata (fig. 3.ª) per l'asse N della puleggia e dell'indice: ma a cagione del peso del bilanciere e delle altre parti mobili dell'apparato sostenute dall'asse del bilanciere medesimo, trovammo meglio di servirsi di quelle rotine, per le quali si ottenne un attrito anche minore. Non occorrerà poi che io

faccia osservare quanto la notabile lunghezza dei bracci del bilanciere debba contribuire a vincer gli attriti dell'asse.

Questo sistema di sospensione di un asse girevole per attrito volvente presenta dei vantaggi sul sistema della macchina di Atwood, i quali risaltano tanto più, quanto maggiore è il peso che grava l'asse medesimo. E primieramente la lunghezza x F può farsi anche molto grande senza che il sistema occupi maggiore spazio, eccettochè nella sola lunghezza: non così avviene per le ruote di Atwood, che occupano tanto maggiore spazio quanto maggiori hanno i raggi.

In secondo luogo l'attrito, che le due sole staffe E F hanno nel punto di sospensione x, è un attrito di coltello da bilancia, che è di gran lunga minore di quello degli otto pernj di quattro ruote dell'altro sistema. Nessuna decomposizione di forza infine ha luogo nel mio sistema, ove si vede che l'asse del bilanciere e il centro di sospensione x (fig. 1.ª) si trovano sulla stessa linea verticale; lo che parimente avviene per l'asse N e il centro H della ruota R R' R'' (fig. 3.ª) Ma nella macchina di Atwood il peso, che grava ciascuna estremità dell'asse della puleggia, deve decomporsi in due forze passanti per gli assi delle due ruote che la sostengono. E poichè la somma delle due componenti angolari è maggiore della risultante, si vede che la somma delle due pressioni, che l'asse esercita contro le ruote, sarà maggiore assai di quella pressione unica che sarebbe dovuta al solo peso, che grava quel medesimo asse. Lo che non avviene nel mio sistema, ove la pressione è quella dovuta al solo peso e nulla di più. Questo sistema adunque che come perfezionamanto del sistema del Dutot noi crediamo nuovo, riesce più delicato, più semplice, più stabile, più facile ad eseguirsi e meno costoso di quello della macchina di Atwood per la caduta dei gravi: e non solo in questa macchina potrebbe utilmente essere sostituito a quello che vi esiste, ma ancora in mille altri casi potrebbe essere con vantaggio adoperato, e specialmente in quelli, nei quali l'asse girevole é gravato di notabile peso.

Un altro inconveniente ancora era da superarsi nella collocazione del nostro barometro nella loggia dell'Orgagna, ed era l'azione del vento, che talvolta soffia con molto impeto contro la mostra dell'istrumento, e che senza rimediarvi avrebbe agitato fortemente quel luogo indice, che è tanto delicato nei suoi movimenti. Un gran disco di cristallo, col quale si fosse coperta la mostra, sarebbe invece bastato a difenderuela; ma non si volle adoperare questo mo-

do, per non incorrere in altri inconvenienti, che a ragione si temevano. Il rimedio semplicissimo che immaginai, e che è riuscito a meraviglia, è il seguente:

Una ruota dentata con denti piuttosto piccoli ma non troppo acuti, è stabilmente fissata sull' asse che porta l' indice, rappresentato in N (fig. 3.ª) ed è situata presso la ruota anteriore R R' 'R', che sostiene l' asse medesimo in un punto prossimo all' indice immediatamente dopo il marmo del quadrante. Al di qua e al di là di questa ruota dentata stanno ben fissate due scatolette di forma parallepipeda M, M, fatte di lamina metallica, le quali sono ripiene di un gran numero di sottili carte situate orizzontalmente, e fatte con carta comune senza colla o carta da stamperia.

Da queste scatole sporgono alquanto per la parte aperta, che guarda la ruota dentata, i due sistemi di carte, senza però toccarla, e ne rimangono a piccola distanza, presentandosi ad essa precisamente come farebbero le carte di un libro chiuso, che vi fosse situato orizzontalmente.

La verga metallica K H poi, che sostiene tutto l' insieme delle due ruote e la estremità anteriore dell' asse coll' indice, è lunga circa 50 centimetri, ed è imperniata nel punto K, sul quale può oscillare a guisa di un pendolo. Quando non tira il vento, la ruota dentata è inoperosa, e non fa altro che girare insieme coll' asse che la porta, e inoperose pure stanno le scatolette M, M colle carte che contengono. Ma allo spirar del vento, l' indice che ne riceve l' impulso su tutti i suoi punti, tanto al di sopra che al di sotto del suo asse N, spinge quella ruota ad impegnarsi coi suoi denti contro l'uno o l' altro dei due sistemi di carte, e tanto più fortemente, quanto più forte spira il vento. Cessato questo, la ruota si stacca ed quelle carte in virtù del peso di tutta questa parte mobile, il quale riporta le linea K H in situazione verticale, e in virtù ancora di due leggerissme molle, che per precauzione sono state poste al di qua e al di là dell' asse N, e che non sono visibili nella figura; une delle quali viene sempre premuta dall'asse medesimo, quando i denti della ruota s' impegnano contro le sopra dette carte. Nello spazio di due anni non è giammai avvenuto il caso che al cessar del vento la ruota non siasi tosto disimpegnata dalle carte, contro le quali aveva poggiato, per quanto abbiano soffiato dei venti impetuosissimi. Che anzi ritrovandosi in tali occasioni là nell' interno, ove è la macchina, come a noi più volte è avvenuto, era bello il vedere con quanta facilità quella ruota denteta svincolava i suoi denti da quelle

carte al cessare di ciascuna folata di vento. Per la qual cosa l'indice può muoversi a segnare anche quelle variazioni della pressione atmosferica, che possono avvenire nel tempo che spira il vento.

Alcune osservazioni credo bene di fare relativamente alle variazioni di temperatura, a cui si può trovare esposto il nostro Barometro, e le quali avrebbero potuto avere sopra di esso una qualche azione, se noi non ci fossimo studiati di farne per questo lato un istrumento, per quanto in pratica ci era possibile, compensatore, e tale da restare insensibile a qualunque altra variazione che nell'aria avvenga, e che non sia una variazione di pressione, cioè una variazione barometrica. Sebbene le variazioni di temperatura pochissimo possano influire sull'istrumento, attesa l'ampiezza dei movimenti della canna o tubo moltiplicatore, pure giovi qui il considerare separatamente i singoli effetti che esse tendono a produrre. Supponendo che la pressione atmosferica resti costante, e che la temperatura dell'istrumento aumenti di un dato numero di gradi, si vedrà facilmente 1.° che il mercurio dentro alla canna tende ad inalzarsi a cagione della diminuita sua densità, e perciò tende ad abbassarsi il livello della vaschetta e quindi anche la canna barometrica, la quale però si abbasserà tanto meno, quanto più grande sarà il diametro stesso della vaschetta: 2.° che questa canna per l'aumento di capacità che acquista, cresce di peso, e tende ad immergersi di più; ma pel manicotto, che col suo aumento di volume sposta più mercurio tende invece a rialzarsi: 3.° che per la dilatazione apparente del mercurio nella canna una porzione di questo deve escire dalla canna medesima ed entrare nella vaschetta, tendendo a rialzare il livello di quest'ultima: 4.° che per la dilatazione apparente del mercurio nella vaschetta il livello di esso tende ad inalzarsi e a sollevare la canna: 5.° che la canna di ferro per la sua dilatazione lineare cresce di lunghezza, come pure il nastrino metallico, che dalla canna va alla puleggia situata sull'asse dell'indice, mentre le colonne che son pure di ferro si allungano, e rialzano la puleggia stessa con tutto il meccanismo superiore dell'istrumento. Una sola colonna o asta metallica, che sostenesse la sola puleggia, avrebbe potuto bastare al medesimo scopo; poichè nessuna tendenza hanno a far muovere la canna le dilatazioni del fascio di nastri metallici, pei quali essa sta appesa al bilanciere, essendo queste sentite dal bilanciere solo e dal suo contrappeso P'. 6.° A tutto ciò infine si può aggiungere la dilatazione di quella piccolissima quantità di aria o vapore, che potrebbe essere rimasta nella camera barometrica.

Chi ben rifletta a tutti i sopra indicati effetti, quantunque ben piccoli, che può produrre sull'istrumento nostro una variazione di temperatura, vedrà agevolmente come si possa ottenere fra quelli effetti una compensazione, quando si diano le convenienti dimensioni alle varie parti di tutto l'apparato.

In tal caso debbo osservare che anche questa bella ed importante proprietà, che ha il nostro Barometro areometrico, di essere insensibile alle variazioni della temperatura (1) lo differenzia dai comuni barometri, pei quali deve sempre essere fatta la così detta correzione della temperatura, ossia la riduzione a zero. Questo istrumento però, che venne destinato per l'uso del pubblico, credemmo bene di lasciarlo registrato in modo, che nella sua indicazione corrispondesse a quella di un buon barometro comune a mercurio ridotto non già a zero, ma alla temperatura di 15 gradi del termometro centigrado, che è presso a poco la media nel nostro paese. Quest'ultima notizia era importante per norma di chi vuole osservarlo con precisione maggiore: e lo stesso dirò ancora per quest'altra notizia, cioè che il livello del mercurio della vaschetta è alto su quello del mare 57 metri e 53 centimetri.

Innanzi di por termine a questa mia relazione sul nuovo barometro debbo, per non mancare alla verità istorica, parlare di un incidente relativo ad esso, e che è avvenuto non è molto tempo.

Alcuni giornali scentifici hanno pubblicata di recente la descrizione di un barometro costruito testè dal Sig. Prof. Tito Armellini di Roma, e da lui chiamato *barometro moltiplicatore idrargirostatico*, e non solo hanno data come nuova la forma di quell'istrumento, ma hanno ancora riconosciuto per nuovo il principio su cui è fondato, il quale non è altro che l'applicazione del principio idrostatico di Archimede alla costruzione dei barometri a mercurio a tubo mobile.

Se il non aver data ancora la descrizione dei nostri istrumenti col mezzo della stampa poteva finora scusarsi per ciò che più sotto diremo, non sarebbe stato più ora scusabile il tacere dopo questo fatto avvenuto; poichè sarebbe sembrato che il nostro silenzio venisse a sanzionare ciò che da quei giornali fu detto. Frattanto osserverò che l'applicazione del principio d'Archimede alla costruzione d'istrumenti barometrici, veramente non è nuova; e anche il così detto baroscopio del Caswell è fondato sul medesimo principio.

(1) Anche il barometro sopra citato del Sig. Minotto gode di questa proprietà.

il tubo di esso, che colla sua estremità inferiore aperta e stretta pesca nel mercurio della vaschetta o serbatoio, contiene dell'aria nella parte superiore, che è più larga, e si trova immerso in un vaso di acqua, da cui emerge un'asticella graduata. Di questo istrumento può vedersi una assai dettagliata descrizione colla opportuna figura nel tomo 16. a pag. 254 del Nuovo Dizionario tecnologico stampato a Venezia, e i perfezionamenti proposti ad esso dall'Illustre Sig. Minotto tanto ivi che nel tomo 27. a pag. 82 dello stesso Dizionario: perfezionamenti, coi quali fu in seguito rimesso fuori come nuovo nel 1839 col titolo di *barometro idropneumatico* dal Cooper, il quale probabilmente ignorava che ciò era stato fatto prima di lui. È vero però che dentro alla parte superiore del tubo si contiene dell'aria, ma è vero altresì che il mercurio s'inalza nel tubo all'aumentare della pressione atmosferica, e allora l'istrumento cresciuto di peso s'immerge di più nell'acqua del vaso che lo contiene, e non si ferma in un nuovo stato di equilibrio, se non dopo avere spostato tanto volume di liquido da perdere il peso che avea guadagnato: ed il contrario avviene quando la pressione diminuisce. L'istrumento dunque è simile ad un areometro, e colle variazioni della linea di galleggiamento indica le corrispondenti variazioni atmosferiche. Altrettanto precisamente può dirsi del *barometro galleggiante* dell'ingegnoso Sig. Angelo Bertoni, che trovasi descritto con tutti i suoi particolari in una operetta stampata molti anni sono dal Prof. Pianigiani, e intitolata « *Descrizione di alcuni nuovi strumenti fisici dell' Università di Siena.* » Nel barometro del Bertoni infatti noi troviamo ripetuta l'idea di quello del Caswell, essendo esso pure un areometro barometrico, che s'immerge più o meno nell'acqua al variare della pressione atmosferica. Se non che il Bertoni non fa uso del mercurio, ma soltanto dell'acqua. Il Sig. Prof. Armellini pure fino dal 23 Febbraio del 1857 pubblicò nella Corrispondenza Scientifica di Roma la descrizione di *un nuovo barometro idrostatico* in tutto somigliante all'Istrumento del Caswell, eccettochè egli non poneva aria nel tubo, ma servendosi di un barometro ordinario con tubo libero, lo poneva dentro ad un recipiente pieno di acqua, muniva la parte superiore del tubo barometrico di un corpo leggiero, per cui si ottenesse un sistema galleggiante, in modo però che dall'acqua emergesse soltanto un asticella o cilindretto come nei pesa-liquori. Chiaro dunque apparirà ad ognuno che questo barometro idrostatico non è altro in sostanza che una modificazione di quello del Caswell.

Finalmente poi il medesimo Sig. Prof. Armellini ha pubblicato nel N. 36 del ricordato giurnale, portante la data del 15 Maggio di questo anno, la descrizione di *un nuovo barometro moltiplicatore-autografico a solo mercurio*, o che poscia in altre pubblicazioni ha chiamato, come dicemmo, *barometro moltiplicatore idrargiro-statico*. In questo istrumento non vi è più l'acqua, ma soltanto il mercurio: ed il tubo di vetro, il quale in alto ha la camera barometrica formata di un rigonfiamento cilindrico, e in tutto il resto è circondato da un cilindro di legno o di vetro, che fa corpo con esso, è diventato qui pure una specie di areometro galleggiante sul mercurio di una profonda vaschetta, e coll'immergersi, come esso fa, più o meno in questo liquido, serve al solito ad indicare le variazioni della pressione atmosferica, come fa l'istrumento del Caswell e quello del Bertoni, non che la canna barometrica del nostro.

Qui vi sarebbe stata, per quanto ci è noto, una vera novità, quella dell'aver fatto un barometro areometrico, servendosi del solo mercurio; novità, a vero dire, importante, come quella che di un istrumento barometrico molto imperfetto, benchè ingegnoso, e difficilmente attuabile e posto in oblio, avrebbe fatto un istrumento attuabilissimo e utilissimo, e tale da riscuotere meritamente il plauso che dagl'intelligenti ha ricevuto. Ma noi che già da due anni abbiamo fatto costruire il *barometro* grandioso della loggia dell'Orgagna, che è fondato sul medesimo principio, e che da tanto tempo sta in azione continua e regolare esposto agli occhi del pubblico; non possiamo per giustizia concedere ad altri la nostra invenzione qualunque siasi. Tuttavia la particolar foggia di costruzione dell'istrumento del Prof. romano è ben diversa dalla nostra, e noi non gli contrasteremo certamente il merito che a lui si appartiene per ciò che ha fatto: imperciocchè noi siamo e saremo sempre prontissimi a riconoscere ed attribuire ad ognuno la priorità delle sue proprie scoperte, nulla per noi volendo di ciò che non è nostro. Si abbia dunque il Prof. Armellini il merito dei pregi che può avere il suo istrumento in virtù della diversità di forme, che ha nel suo insieme, e per cui si distingue dal nostro, del quale in sostanza esso non è che una modificazione: e si abbia pur lode per lo studio che ha fatto su tale soggetto, tentando di illustrare con abbondanza di calcolo le leggi che regolano i movimenti di quell'apparecchio: le quali noi pure, pel lungo studio che vi facemmo, avevamo ben dovuto formulare e schiarire, prima di metter

mano alla costruzione del nostro istrumento. (1) Ma non può essere attribuita al Sig. Prof. Armellini l'invenzione dei *barometri areometrici* in genere, perchè l'idea prima, come dissi di sopra, è del Caswell, e venne riprodotta poscia dal Cooper e poi dal Bertoni: e neppure può egli appropriarsi l'idea del barometro areometrico col solo mercurio senza altri liquidi, poichè questa è nostra, essendo noi stati i primi a concepirla, e a mandarla ad effetto, non che a darle pubblicità, benchè con modi diversi dalla stampa.

Se la canna o tubo barometrico fosse stata foggiata nella seconda delle due maniere che forono da me sopra descritte, facendola cioè terminare in basso a guisa di campana cilindrica e pescante nel mercurio; è chiaro che sarebbe stata totalmente dissimile da quella del Prof. Armellini: nè sarebbe stata mai atta in quel modo a servire semplicemente a guisa di areometro, mentre d'altra parte avrebbe potuto sempre essere nello stesso modo adoprata pel barometro a bilancia. Un barometro allora come questo, che pure propongo, e credo nuovo, e che potrebbe anche esso rendere utili servigi qualora venisse costruito, non sarebbe andato soggetto a discussione alcuna in fatto di priorità, perchè sarebbe stato affatto diverso da quello del sopra ricordato Prof. di Roma. Ad un tale istrumento, che non più chiameremo areometrico, ho dato il nome di *barometro idrostatico a bilancia.*

Io peraltro sono ben persuaso che il Sig. Armellini nel pubblicare il suo lavoro non conosceva nè l'istrumento del Caswell, nè i perfezionamenti fattivi dal Minotto, nè quello del Bertoni, giacchè se gli avesse conosciuti, ne avrebbe certamente parlato in quei *cenni storici intorno le modificazioni del barometro*, che egli ha dati in principio della sua Memoria ove espone il suo strumento, che, già stampata, egli ebbe la gentilezza di favorirmi con altri scritti da lui pubblicati sul medesimo soggetto. Di ciò io ben volentieri sono disposto a scusarlo, poichè ognun sa quanto difficile sia, per non dire impossibile, che un uomo solo possa sapere tutto ciò che è stato fatto prima di lui sopra un dato soggetto, e specialmente poi su di un soggetto come il barometro, che dalla prima esperienza

(1) Mentre io mi occupava di questa Relazione, il mio Collega P. Giovanni Antonelli si è di buon grado indotto a scrivere intorno all' applicazione dell'Algebra elementare ai barometri areometrici o idrostatici a mercurio. Questo lavoro, che si vedrà più sotto, mostrerà meglio la teoria di tali istrumenti, da noi fino da principio intesa e stabilita.

del Torricelli nel 1643 fino alle ultime nostre del 1860, compiutesi tanto quella che queste nella nostra stessa Firenze, ha subìte innumerevoli modificazioni e metamorfosi fra le mani dei dotti di tutte le nazioni. In pari modo io scuserò il medesimo Professore di non aver conosciuto ciò che da noi era stato fatto in Firenze già da due anni, e tanto più lo scuserò, perchè una descrizione dei nostri istrumenti non era, come dissi, ancora stata data per la stampa: lo che se fosse stato fatto, avrebbe certamente risparmiato la difesa che ora io vengo a fare, la quale mostrerà fino all'evidenza che le pubblicazioni fatte dal Sig. Prof. Armellini sul suo *barometro idrargirostatico-moltiplicatore*, nulla tolgono alla priorità che a noi si appartiene pel nostro pubblico *barometro areometrico a bilancia*.

Incomincerò dal dire che la costruzione già compiota dei due nostri grandiosi istrumenti e la loro esposizione al pubblico veniva da noi annunziata officialmente al Direttore della Pubblica Istruzione in Toscana Avv. Cav. Marco Tabarrini con lettera del 13 Dicembre 1860, firmata dal suddetto mio collega e da me, e del seguente tenore.

Illustrissimo Signore

« Siamo lieti di annunziare alla S. V. Illma. che fino dal dì 8
« dello scorso Novembre è rimasto ultimato ed esposto all'uso pub-
« blico nella magnifica loggia dell' Orgagna il Barometro, che uni-
« tamente al Termometro (il quale già dall' Aprile del cadente an-
« no ivi si mostra alla pubblica ispezione) ci veniva commesso dal
« celeberrimo Sig. Marchese Cosimo Ridolfi, mentre era Ministro
« della Pubblica Istruzione pel Governo della Toscana.

« Le difficoltà che erano inerenti alla costruzione di tale stru-
« mento barometrico, e che abbiamo dovute superare per corrispon-
« dare nel miglior modo possibile al lodevolissimo ed applaudito di-
« visamento di quel Dotto insigne ; per ottenere quanto si poteva
« perfetto un istrumento semplice e insieme per sua natura non fa-
« cile, specialmente colle dimensioni e col meccanismi che lo scopo
« di esso richiedeva, e che già prima furono approvati dal sopra
« lodato Marchese Ridolfi, e per fare infine un lavoro che non fosse
« indegno di Firenze, ove la grande scoperta, cui l' istrumento si
« appoggia, fu fatta, ed ove anche il Barometro nacque ; ci han
« portato molto più in lungo di quello che avremmo creduto e vo-
« luto, senza che però venisse ad aumentarsi la spesa di costruzio-
« ne ; solo aumentandosi le nostre cure, per le opportune e conti-
« nue prove e riscontri, che abbiam dovuto fare nel nostro Osser-

« vatorio, ove questa macchina ha dimorato per alcuni mesi. Ma
« speriamo che la precisione del costrutto apparecchio compenserà
« il ritardo del suo comparire.

« Una Memoria corredata di opportuni disegni farà conoscere in
« seguito completamente le specialità dei due istrumenti e le novi-
« tà artistiche e scentifiche, le quali ci è venuto fatto applicarvi,
« intanto che etc. . . . . »

Qualche tempo dopo perveniva a noi una officiale del sopra nominato Direttore della Pubblica Istruzione, in data del 22 Gennaio 1861, colla quale egli ci significava la soddisfazione del Governo per gli eseguiti strumenti, e insieme l'ordine dato che ci fosse rimessa la maggior parte della somma delle spese occorse per l'esecuzione dei medesimi, e della quale eravamo tuttavia in credito. Questa lettera pure come documento storico qui riporterò, e senza nulla togliervi.

« Il sottoscritto mentre si fa un pregio di manifestare alle SS.
« LL. Illume. la piena soddisfazione del Governo per aver così dot-
« tamente diretta e condotta a termine la esecuzione a Loro affi-
« data del Termometro e del Barometro posti per uso pubblico sotto
« la Loggia dell'Orgagna, le previene che da questa Direzione sono
« già stati fatti i debiti uffici verso l'altra delle Finanze etc. acciò
« sia loro corrisposta dalla R. Depositeria la somma di Lire italiane
« mille dugento cinquantadue e cen. 83, della quale restano tutto-
« ra in disborso per le spese occorse nella costruzione e verifica-
« zione dei due precitati istrumenti meteorologici. »

Firmato *Il Direttore* (interino)
M. Tabarrini

Queste due lettere ben volentieri ho riportate, essendo due documenti autentici, che assicurano appartenere a noi e non ad altri il fatto importante della costruzione di tali istrumenti. (1)

La Memoria descrittiva di essi strumenti, alla quale si allude nella prima delle due riportate lettere, doveva per gentile esibizione del più volte lodato Marchese Ridolfi essere inserita nel primo fascicolo della serie seconda degli Annali del R. Museo Fiorentino, dei quali Egli intendeva di riprendere in breve la pubblicazione da

(1) L'Artista, che sotto la nostra direzione eseguì i varii organi di quei meccanismi, fu l'abile Meccanico Niccolò Masini di Firenze.

molto tempo sospesa. Ma per ragioni a noi ignote quella pubblicazione non è ancora ricominciata.

Avremmo potuto bensì stampare altrove una descrizione dei nostri istrumenti; ma varie ragioni, e fra le altre un particolare riguardo verso il medesimo signor Marchese, che già ci commise la esecuzione di quelli, ci persuasero ad indugiare ancor noi a dare maggior pubblicità ai nostri lavori col mezzo della stampa. La qual cosa peraltro, per chi ha fior di senno, non ha portato nocumento veruno alla priorità per ciò che in quegli istrumenti può esservi di nostra invenzione. Imperciocchè, i due documenti sopra riportati provano con tutta sicurezza che la commissione, che a noi fu data dal Ministro Ridolfi di far costruire quegli istrumenti, era una commissione officiale, e che aveva di sua natura un carattere di pubblicità, in egual modo che la esecuzione del lavoro, lo scopo del medesimo e tutto ciò che vi ebbe rapporto. Inoltre esiste il fatto qui noto a tutti che quel Barometro e quel Termometro sono già da lungo tempo esposti agli occhi del pubblico, ed hanno segnate sempre regolarmente le loro indicazioni, senza che mai vi sia avvenuta interruzione veruna. E qualora alcuno volesse a noi opporre ciò poco valere, perchè il pubblico non ne lesse una descrizione su pei giornali; noi risponderemmo che sebbene la stampa sia un mezzo validissimo di pubblicazione; ogni uomo però che dirittamente pensi, dovrà confessare non esser poi la stampa *il solo* modo di pubblicazione, atto ad assicurare ad un inventore il merito di una scoperta qualunque sia, e che certamente esistono altri non men validi modi, e fra questi anche quelli appunto, che stanno in nostro favore. Quindi nulla avevamo da temere per questo lato, persuasi che il buon senso del pubblico all' occorrenza ci avrebbe reso giustizia, attribuendo le cose a chi le ha fatte e quali le ha fatte, quando le avesse conosciute quali sono, siccome ora le facciamo conoscere. Gli interni meccanismi inoltre dell' istrumento nostro e il loro modo di azione non sono rimasti ignoti, giacchè molti gli hanno veduti ed esaminati, e moltissimi ne hanno udita una più o meno dettagliata descrizione fatta o da noi o da altri. Lo stesso sig. Marchese Ridolfi col meritissimo suo figliuolo cav. Luigi recatisi un giorno, dietro nostro invito, a vedere gli istrumenti da poco tempo terminati, e più particolarmente e minutamente ad esaminare il meccanismo del Barometro, ci incoraggiarono, a vero dire, moltissimo colle loro sincere congratulazioni. E per limitarmi fra le molte a poche altre citazioni, fecero lo stesso il P. Che-

lini D. S. P. Professore a Bologna, l'Ingegnere Architetto Commend. Martelli, direttore delle fabbriche civili, il quale con molto zelo si prestò alla direzione dei lavori per l'adattamento di quegl'istrumenti, l'Ingeg. Architetto Pistolesi, che pure prestò l'opera sua pei lavori medesimi, il Prof. Calandrini e molti altri.

Nell'epoca poi della Esposizione Italiana dell'anno decorso moltissime persone convenute in Firenze da ogni parte videro ed ebbero contezza di tali istrumenti, udendone con piacere la descrizione. E per citare uno solo, l'Ingegnere Meccanico Carlo Dell'Acqua di Milano, abilissimo costruttore di strumenti di fisica e di astronomia, venuto presso di me per avere una descrizione esattissima dei nostri strumenti, ne rimase talmente sodisfatto, che disse voler costruire un Barometro e un Termometro su questo sistema, quando avesse avuta in Milano, come sperava, una simile commissione.

Ma un ultimo fatto ancora, non meno concludente, io posso mettere innanzi, e che anche di per sè solo basterebbe, essendo esso pure una vera pubblicazione. Il fatto è che io stesso in questi ultimi due anni 1861 e 1862 ho data dalla cattedra una minuta descrizione dei medesimi tante volte rammentati nostri strumenti, mostrandone gli opportuni disegni, nel corso delle mie pubbliche lezioni di Fisica nel Collegio Liceo di S. Giovannino dinanzi ad un numero ogni anno di più che cento uditori (1).

Nè importerà che io dica quanto grande sia il valore anche di questo ultimo modo di pubblicazione da me adoperato, sempre fresca ancora essendo la memoria del fatto avvenuto al chiarissimo Cav. Bonelli relativamente al suo famoso telaio elettrico. Imperocchè se egli potè rivendicare questa sua invenzione contro chi prima di lui l'aveva pubblicata per sua propria, ciò non fu per altro, se non perchè il dotto prof. Susani a Milano anche prima di quella pubblicazione l'avea dalla cattedra esposta oralmente ai suoi discepoli.

Abbiamo adunque come testimoni della priorità in favor nostro i seguenti fatti:

(1) Noi medesimi che dirigiamo questo giornale ci trovammo presenti nel 1861 a quelle lezioni di Fisica del Prof. Cecchi, nelle quali egli descrisse il Barometro quale qui è descritto, come anche il Termometro, che insieme con esso è situato nella loggia dell'Orgagna.

Nota della Direzione del Giornale La Gazzetta delle Campagne.

1.° Due documenti officiali, quali sono le due sopra riportate lettere, l'una da noi diretta al Dirett. Tabarrini e l'altra di risposta del medesimo a noi.

2.° Il carattere di pubblicità, che ebbe la commissione a noi data dal ministro Ridolfi, la esecuzione del lavoro, lo scopo del medesimo e tutto ciò che vi ebbe rapporto.

3.° Il fatto qui noto a tutti che quegli strumenti sono continuamente esposti agli occhi del pubblico da due anni a questa parte.

4.° Il fatto che i particolari meccanismi di cui abbiam parlato, sono stati veduti ed esaminati da molte rispettabili persone, le quali sono venute a bella posta a visitarli nel luogo ove sono collocati.

5.° Finalmente la esposizione descrittiva degli strumenti stessi fatta da me in questi ultimi due anni nelle mie pubbliche lezioni.

Io non so che cosa si possa opporre a tutti questi fatti ben concludenti, che attestano essere stati gl'istrumenti nostri costruiti, e fatti di pubblica ragione assai prima del Sig. Armellini: imperciocchè tali fatti sono in realtà altrettante maniere di pubblicazione, che anteriormente hanno avuto luogo. Quindi noi, mentre da un lato confidiamo nella giustizia della pubblica opinione, abbiamo dall'altro un fermo convincimento che anche lo stesso Prof. romano, dotto e ragionevole come è, non vorrà rifiutarsi di conoscere la verità, appropriandosi una invenzione che non gli appartiene in quanto al principio su cui il suo strumento si fonda. Perfezioni egli, per quanto è possibile, il suo barometro, il quale però resterà sempre, come dicemmo, una modificazione del nostro; e fra i pregi che presenterà secondo le forme da lui date al medesimo, e quelli che può avere il nostro *barometro areometrico a bilancia*, si lasci ai dotti il giudizio.

In questo scritto ho creduto bene di omettere, per maggiore riservatezza, di fare delle discussioni e dei confronti sui vantaggi che può avere il barometro areometrico sia secondo le forme che da noi ha ricevute di barometro a bilancia, sia secondo quelle adottate dal Prof. Armellini, di semplice galleggiante: la qual cosa all'occorrenza potrà aver luogo in avvenire. Ma frattanto una sola cosa dirò, ed è che quella maniera di barometro galleggiante da lui pubblicata, e che, come egli ha detto, ha sperimentata costruendo un piccolo istrumento, in cui la camera barometrica non aveva che un diametro di 18 millimetri, io dubito fortemente che sia per riescire, quando si voglia costruire un istrumento di grandi dimensioni. Poichè in tal caso la canna barometrica col mercurio contenutovi essendo molto pesante, e dovendo per conseguenza immergersi molto

nel mercurio della vaschetta affine di poter galleggiare; perderà facilmente, al di là di un certo grado d'immersione, la proprietà necessaria di galleggiare con equilibrio *stabile*. Perciò quantunque vi siano in alto le due puleggo, che debbono tenerla in guida, essa nondimeno piegherà dalla verticale, andando a poggiare e premere colla parte inferiore ed immersa contro le pareti interne della vaschetta, ove troverà un attrito fortissimo e tale da rendere molto difficili i suoi movimenti. Per rimediare allora ad un tale inconveniente, e restituire alla canna la stabilità dell'equilibrio, si dovrebbe abbassarne assai il centro di gravità; e perciò credo che si dovrebbe ricorrere ad uno dei modi da me sopra esposti, cioè 1.° fare, come abbiamo fatto noi, vuoto il manicotto, e poi mettervi del mercurio, il quale faccia l'ufficio di zavorra, e non comunichi nè con quello della canna nè con quello della vaschetta; 2° ovvero attaccare in fondo alla canna galleggiante un pezzo di platino, che peschi esso pure nel mercurio della vaschetta o serbatoio; 3° ovvero infine applicare alla canna il pezzo foggiato a guisa di *n* minuscola, e portante due pesi alle estremità delle sue branche, come si vede in XGLY (fig. 5.ª) Quest'ultimo modo potrebbe, come meno costoso, essere talora più facilmente attuabile.

Sappiamo infine che il Prof. Armellini si accinge a costruire il suo barometro in dimensioni piuttosto grandi. Della qual cosa noi godiamo assai, poichè, trattandosi di argomento di scienze fisiche, queste si vantaggiano sempre delle buone esperienze, che i cultori di esse posson fare; e vogliamo sperare ancora che non gli sarà inutile il conoscere gli studii che abbiam fatti sul barometro areometrico e le difficoltà inerenti ad esso che abbiamo superate.

APPLICAZIONE DELL' ALGEBRA ELEMENTARE

ALLA TEORIA DEI BAROMETRI AREOMETRICI.

Volendo applicare l' analisi algebrica alla teoria dei Barometri areometrici, per dimostrarne le proprietà principali, riuscirà non disagevole coi simboli e con le considerazioni seguenti.

Sia r il raggio della canna barometrica dall'estremo inferiore B (fig.ª 1.ª) fino al principio della camera A ; R il raggio del manicotto C D ; $R_{,}$ il raggio della capacità interna della vaschetta M O N ; ed $R_{,,}$ il raggio della capacità interna della camera barometrica. Dopo aver messo in equilibrio il nostro Istrumento per una qualsivoglia data pressione dell' atmosfera, supponiamo che questa pressione aumenti per modo, da far crescere di δ H l' altezza H della colonna barometrica nello stato precedente : è di tutta evidenza, che avremo lo stesso effetto finale, tanto a lasciare che il nostro Barometro subisca l' indicata variazione con legge di continuità nel suo stato di libero movimento, quanto a far sì che venga tenuto fermo durante quell' accrescimento di pressione, e che quindi sia lasciato a sè stesso per trovarsi il conveniente equilibrio. Ciò posto, e ritenuto il secondo concetto per maggior chiarezza di analisi, rappresentiamo con δz l' abbassamento del livello del mercurio nella vaschetta per la quantità che n' entra nella camera barometrica in virtù dell' accresciuta pressione ; con δy il moto discendente effettivo, che tutta la canna barometrica, lasciata libera, deve fare per conseguire un nuovo stato di equilibrio ; con δx l' inalzamento che subisce il livello del mercurio

nella vaschetta in forza dell' immersione del manicotto per la discesa δy, contando quell' inalzamento dal piano, cui sarebbe pervenuto il mercurio nella vaschetta medesima per l' anzidetta depressione δz, o per la supposta immobilità della canna, mentre si effettui il preaccennato incremento di peso nell' aria; con π il rapporto della circonferenza al diametro; con g il peso specifico del mercurio: indi passiamo a computare l' aumento di peso, che subisce il nostro Barometro in virtù dell' aumentata pressione atmosferica.

La supposizione dell' immobilità temporanea della canna barometrica ci fa vedere emerso per l' altezza δz il manicotto, relativamente al nuovo livello della vaschetta, e penetrato del mercurio nella camera barometrica per l' altezza $\delta H - \delta z$, rispetto al livello che vi teneva il mercurio nel precedente stato di equilibrio; quindi il peso, di cui viene ad aggravarsi per questa duplice cagione il Barometro, sarà espresso visibilmente da

$$\pi g (R^2 - r^2) \delta z + \pi g r^2 \delta z + \pi g R_{\prime\prime}^2 (\delta H - \delta z) = \ldots$$
$$\pi g R^2 \delta z + \pi g R_{\prime\prime}^2 (\delta H - \delta z).$$

Ma appena compiuto il supposto aumento di pressione atmosferica, il Barometro si abbandona alla sua propria mobilità, e, per ipotesi, fa una discesa effettiva di δy, e in questa va rialzando per δx il livello esteriore del mercurio nella vaschetta: dunque, avvertendo che sulla colonna di raggio r que' due effetti non hanno influenza, la canna barometrica si aggraverà inoltre anco di $\pi g (R_{\prime\prime}^2 - r^2) \delta y$ e di $\pi g (R_{\prime\prime}^2 - r^2) \delta x$ pel nuovo mercurio sopravvenuto nella camera barometrica in conseguenza de' due fatti, or citati; e l' aumento totale del peso verrà perciò rappresentato da

$$\pi g R^2 \delta z + \pi g R_{\prime\prime}^2 (\delta H - \delta z) + \pi g (R_{\prime\prime}^2 - r^2) \delta y + \pi g (R_{\prime\prime}^2 - r^2) \delta x =$$
$$\pi g R^2 \delta z + \pi g R_{\prime\prime}^2 (\delta H + \delta y + \delta x - \delta z) - \pi g r^2 (\delta y + \delta x).$$

Per valutare adesso il peso perduto, osserveremo che questo risulta da una cagione soltanto, cioè dalla sommersione del mani-

cotto nella vaschetta. Ora questa sommersione si estende visibilmente per $\delta y + \delta x$; per δy, in virtù della effettiva discesa della canna barometrica; per δx, in grazia del sollevamento del livello esteriore del mercurio nella vaschetta: dunque il peso perduto dal Barometro sarà dato da $\pi g (R^2 - r^2)(\delta y + \delta x) = \pi g R^2 (\delta y + \delta x) - \pi g r^2 (\delta y + \delta x)$.

Ma se, giusta il supposto, colla effettiva discesa δy il Barometro ottiene un nuovo stato d' equilibrio, il peso acquistato dovrà rigorosamente equivalere a quello perduto: dunque, eguagliando i due distinti ed opposti valori trovati, ed eseguendo facili riduzioni, vedremo che dovrà essere

$$1.^a \; R_{,,}^2 (\delta H + \delta y + \delta x - \delta z) = R^2 (\delta y + \delta x - \delta z).$$

Le rinvenute espressioni $\pi g r^2 \delta z, \pi g R_{,,}^2 (\delta H - \delta z)$, $\pi g (R_{,,}^2 - r^2) \delta y, \pi g (R_{,,}^2 - r^2) \delta x$, che, sommate, danno

$$\pi g R_{,,}^2 (\delta H + \delta y + \delta x - \delta z) - \pi g r^2 (\delta y + \delta x - \delta z),$$

rappresentano evidentemente la massa del mercurio, che dalla vaschetta è uscito ad alimentare la canna barometrica per effetto dell' aumentata pressione e della natura del nostro apparecchio; mentre l' espressione $\pi g (R^2 - r^2) \delta y$ esprime la massa del mercurio, scacciato dal manicotto nella sua discesa effettiva e conseguente immersione δy nella vaschetta. Se questa quantità equivalesse alla somma di quelle, il livello del mercurio nella vaschetta sarebbe tornato a coincidere col primitivo, e si avrebbe $\delta x = \delta z$, perchè tanto sarebbe il mercurio spostato nella vaschetta, quanto quello penetrato dalla vaschetta medesima nella canna del Barometro: ma se fossero disuguali, vi sarebbe variazione nella linea di livello del mercurio nella vaschetta; ed è evidente che se si avesse $\delta x > \delta z$, il mercurio scacciato dal manicotto sarebbe maggiore di quello entrato nella camera barometrica, e se fosse $\delta x < \delta z$, il primo di que' due volumi sarebbe minore del secondo.

Riflettendo adunque, che $\pi g (R_{,,}^2 - R^2)(\delta x - \delta z)$ rap-

presenta *zero* se sia $\delta\, x = \delta\, z$, e che in caso diverso esprime la massa del mercurio, di cui è cresciuta o scemata la vaschetta tra la sua parete interna e l'esterna del manicotto, in seguito alla supposta variazione di peso nell'atmosfera; sarà facile vedere che dovrà essere in ogni caso, omesso il fattor comune $\pi\, g$,

$$2.^a \quad R_{''}^2 (\delta H + \delta y + \delta x - \delta z) - r^2 (\delta y + \delta x - \delta z) + (R_{'}^2 - R^2)(\delta x - \delta z) = (R^2 - r^2)\, \delta y.$$

Considerando finalmente, che (nell'ipotesi dell'immobilità della canna barometrica, intanto che si compie il dato aumento di pressione atmosferica) il mercurio deprimentesi nella vaschetta alla profondità $\delta\, z$, rispetto al livello primitivo, è dato da $\pi\, g\, (R_{'}^2 - R^2)\, \delta\, z$, e che altrettanto precisamente se ne introduce nella camera barometrica, ove si inalza per $\delta\, H - \delta\, z$, rispetto al livello che vi teneva il mercurio prima dell'aumento di peso nell'aria; riuscirà facilissimo, lasciato al solito il coefficiente comune $\pi\, g$, ravvisare la verità anche della seguente relazione quantitativa

$$3.^a \quad (R_{'}^2 - R^2)\, \delta z = R_{''}^2 (\delta H - \delta z) = R_{''}^2\, \delta H - R_{''}^2\, \delta z,$$

la quale dà immediatamente

$$4.^a \quad \delta z = \frac{R_{''}^2}{R_{'}^2 - R^2 + R_{''}^2}\, \delta H.$$

Ma dalla 2.ª sottraendo la 1.ª, si ha con facile riduzione,

$$5.^a \quad (R_{'}^2 - r^2)(\delta x - \delta z) = 0,$$

cioè $\delta x - \delta z = 0$, e $\delta x = \delta\, z$, non potendo esser nullo il fattore $R_{'}^2 - r^2$ per la grande diversità de' suoi termini; lo che dimostra *la invariabilità del livello del mercurio nella vaschetta*, di quel livello che vi si aveva al primo stato di equilibrio dell'Istrumento.

Per la eguaglianza tra δx e δz, risulta immediatamente dalla 1.ª, ed anco dalla 2.ª,

$$6.^a \quad \delta y = \frac{R_{\prime\prime}^2}{R^2 - R_{\prime\prime}^2} \, \delta H;$$

la quale porge facile maniera di determinare i rapporti fra i raggi R ed $R_{\prime\prime}$ del manicotto e della camera barometrica, *secondo la corsa δy che vogliamo, per un dato aumento δH nella colonna barometrica, e secondo le dimensioni che ci piace dare alla camera della canna, o al manicotto*, e ci fa pure conoscere che dovrà essere $R > R_{\prime\prime}$, com' è naturale, altrimenti per l' esistenza dell' equilibrio dovrebbe applicarsi una forza, da produrre un moto contrario per la lunghezza, che per δy risulta dalla formula istessa in quel caso.

La 4.ª ha un' importanza particolare, e serve a determinare la *forza motrice* o il momento statico del barometro, quando ne siano date le dimensioni. Infatti, se gli attriti, per quanto lievi, non permettano alla canna barometrica di scendere per un minimo aumento della pressione atmosferica, il quale produca un piccolo accrescimento δH nella colonna barometrica, il livello del mercurio nella vaschetta si abbasserà di una piccola quantità δz, entrerà del mercurio nella camera del Barometro per un' altezza $\delta H - \delta z$, ed è evidente che rappresentato al solito con g il peso specifico del mercurio, e con p l' aumento del peso nel nostro Barometro, dovrà essere

$$7.^a \quad p = \pi R^2 g \, \delta z + \pi R_{\prime\prime}^2 g \, (\delta H - \delta z) = \ldots$$
$$\pi g \, \{ R^2 \, \delta z + R_{\prime\prime}^2 \, (\delta H - \delta z) \} ;$$

dalla quale apparisce manifestamente, ricordando che si ha $R > R_{\prime\prime}$, che la forza motrice p crescerà col crescere di δz, di R e di $R_{\prime\prime}$. Ma dalla 4.ª risulta che δz sarà tanto maggiore e tanto più si avvicinerà a δH, di cui è sempre minore, quanto maggiore sarà $R_{\prime\prime}$, e specialmente quanto più il valore di R si approssimerà a quello di $R_{\prime}$: dunque *la forza motrice del nostro Barometro sarà tanto*

più grande, quanto più grandi saranno i tre raggi $R_{,}$, R ed $R_{,,}$, e quanto meno differiranno tra loro i raggi $R_{,}$ ed R della vaschetta e del manicotto.

Per un' applicazione numerica, suppongasi i dati seguenti, cioè

$R_{,} =$	millimetri	35
$R =$	»	31
$R_{,,} =$	»	26

Ritenendo $g =$ grammi 13, 59 per ogni centimetro cubo, o per 1000 millimetri cubi di mercurio, troveremo, per δ H = millimetri 0,1,

$\delta z =$	millimetri	0,0719
$\delta H - \delta z =$	»	0,0281
$\pi R^2 \delta z g =$	grammi	2,950
$\pi R_{,,}^2 (\delta H - \delta z) g =$	»	0,811

e quindi la forza motrice $p =$ grammi 3,761.

È chiaro poi, che tutte le avvertite proprietà rimangono le medesime, se invece di supporre un aumento di pressione, si considera una diminuzione di peso nell' aria: per conseguenza ci dispensiamo dal ripetere analoghi ragionamenti per quest' opposito caso.

L' applicazione dell' Algebra elementare alla teoria dei Barometri di questo genere è stata fatta anche dai signori prof. Tito Armellini di Roma e prof. R. Radau di Parigi.

Il primo di que' due professori, dal Giugno di quest' anno fino al corrente Ottobre, ha pubblicato tre sistemi di formule su questo particolare; ma si attiene all' ultimo, che è il seguente (a), ritenute le stesse nostre denominazioni (in genere per le quan-

(a) Giornale Arcadico, Tomo XXVII della nuova Serie. Roma 1862.

tità δx e δz, e in specie per tutte le altre) e posto per brevità $\delta y + \delta x - \delta z = \delta k$:

$$(1) \quad (R^2 - r^2)\,\delta k = r^2\,\delta H + (R_{\prime\prime}^2 - r^2)\,(\delta k + \delta H),$$

$$(2) \quad (R_{\prime}^2 - R^2 + r^2)\,\delta z = R_{\prime\prime}^2\,\delta H + (R_{\prime\prime}^2 - r^2)\,\delta k,$$

$$(3) \quad (R_{\prime}^2 - R^2 + r^2)\,\delta x = (R^2 - r^2)\,\delta y.$$

Il sig. Radau ritiene invece il seguente sistema (a), ammettendo in massima le stesse notazioni:

$$(\mathrm{I}) \quad R^2\,\delta k = R_{\prime\prime}^2\,(\delta H + \delta k),$$

$$(\mathrm{II}) \quad (R_{\prime}^2 - R^2)\,\delta x = R_{\prime\prime}^2\,(\delta H + \delta k),$$

$$(\mathrm{III}) \quad (R_{\prime}^2 - R^2)\,\delta z = R^2\,\delta y,$$

e crede che possano coesistere anche quest'altre due relazioni (b), che riportiamo con le stesse indicazioni numeriche:

$$(2) \quad (R_{\prime}^2 - R^2)\,\delta z = R_{\prime\prime}^2\,(\delta H + \delta k) - r^2\,\delta y$$

$$(3) \quad (R_{\prime}^2 - R^2)\,\delta x = (R^2 - r^2)\,\delta y.$$

La diversità che si riscontra fra le formule dei nominati professori e le nostre, dipende dalla diversità del valore di δz e di δx; perciocchè nelle relazioni analitiche, superiormente da noi stabilite, δz e δx vengono a determinarsi per una sola porzione di mercurio uscita dalla vaschetta, e precisamente per quella che in peso è rappresentata da $\pi g r^2 \delta z + \pi g R_{\prime\prime}^2 (\delta H - \delta z) = \pi g R_{\prime\prime}^2 \delta H - \pi g (R_{\prime\prime}^2 - r^2)\,\delta z$; nei rapporti algebrici del

(a) Corrispondeoza scieniifica N. 40, 26 settembre 1862, pag. 411.

(b) Corrispondenza scienlifica ivi, 412. — Neiia (3) equazione si è corretto un evideote errore di slampa, scrivendo δx invece di δz che vi si trova. Sembra poi che nelle (II) e (III) sia avvenuto un baratto di queiie due incognite, cioè che nella (II) in iuogo di δx debba essere posto δz, e invece di δz debba mettersi δx nella (III). — Del resto nessuno di quei due Professori ha dalo la dimosirazione delie respeliive formuie.

Prof. Armellini δz e δx dipendono da tutta la quantità di mercurio, che in effetto finale deve uscire dalla vaschetta pe' medesimi valori di δ H e di δy, e che in peso equivale a $\pi g R_{u}^{2} \times \delta H - \pi g (R_{u}^{2} - r^{2}) \delta z + \pi g (R_{u}^{2} - r^{2}) (\delta y + \delta x)$; e finalmente nelle equazioni del Prof. Radau δz e δx risultano da condizioni ancora diverse, come chiaramente è dimostrato dalle equazioni medesime.

Senza entrare adesso in discussione circa al merito di questi varj sistemi per determinare le proprietà fondamentali dei Barometri areometrici, osserveremo che queste proprietà, racchiuse nelle nostre formule 5.ª e 6.ª, possono dimostrarsi più semplicemente con due sole incognite, e facendo a meno di ogni considerazione indiretta, modificante la natura dell' istrumento per comodo di analisi e di discorso.

Infatti ritenute le denominazioni che sopra quanto alle dimensioni del nostro apparato, si rappresenti sempre con δy la discesa della canna del barometro per trovare un nuovo stato di equilibrio nel supposto di un aumento di pressione atmosferica, misurato da un accrescimento δH nella colonna barometrica. È chiaro, che per quella discesa il manicotto avrà spostato nella vaschetta un volume di mercurio espresso da $\pi (R^{2} - r^{2}) \delta y$. Ora, per tale spostamento, il livello primitivo del mercurio nella vaschetta medesima o si è alterato, o no. Nel primo caso, o si è sollevato, o si è abbassato. Se si è sollevato, rappresentiamo con $\delta \alpha$ l' inalzamento del mercurio nella vaschetta sul livello, che vi teneva nel primo stato di equilibrio. Il manicotto si sarà dunque sommerso per $\delta y + \delta \alpha$ rispetto alla primitiva linea di galleggiamento, e il peso perduto dalla canna barometrica sarà perciò dato da $\pi g (R^{2} - r^{2}) \times (\delta y + \delta \alpha)$. Ma il peso acquistato dalla medesima risulterà visibilmente da $\pi g r^{2} \delta H$ per l' aumento d' altezza nella colonna di raggio r, contata dal livello superiore del mercurio nella camera del barometro fino al nuovo livello della vaschetta, e da $\pi g \times (R_{u}^{2} - r^{2}) (\delta H + \delta y + \delta \alpha)$ in virtù del mercurio penetrato nella detta camera per l' aumentata altezza $\delta H + \delta y + \delta \alpha$ relativamente allo stato anteriore d' equilibrio: dunque, omesso il fattor comune πg, avremo

$$\text{I.}^a \quad (R^2 - r^2)(\delta y + \delta \alpha) = r^2 \delta H + (R_{\prime\prime}^2 - r^2) \times$$
$$(\delta H + \delta y + \delta \alpha) = R_{\prime\prime}^2 \delta H + (R_{\prime\prime}^2 - r^2)(\delta y + \delta \alpha)$$

Ma se vi ha inalzamento di livello nella vaschetta, vuol dire che il mercurio scacciato dal manicotto nella discesa δy supera il mercurio uscito dalla vaschetta ed entrato nella canna barometrica ad aumentarne il peso, il quale è dato precisamente dal secondo membro della I.ª; e poichè il volume del mercurio eccedente nella parte esteriore della vaschetta equivale evidentemente a $\pi\,(R_{\prime}^2 - R^2)\,\delta\alpha$, dovrà dunque essere (omesso il fattor comune π)

$$\text{II.}^a \; (R^2 - r^2)\,\delta y = R_{\prime\prime}^2 \delta H + (R_{\prime\prime}^2 - r^2) \times$$
$$(\delta y + \delta \alpha) + (R_{\prime}^2 - R^2)\,\delta \alpha.$$

Da questa sottraendo la I.ª, si ha facilmente

$$\text{III.}^a \; (R_{\prime}^2 - r^2)\,\delta\alpha = 0:$$

cioè, non potendo essere zero il fattore $R_{\prime}^2 - r^2$, sarà $\delta\alpha = 0$.

Nello stesso modo si dimostra, che rappresentato con $\delta\beta$ un abbassamento di livello nella vaschetta, dovrà essere $\delta\beta = 0$; cioè *il livello della vaschetta è invariabile.*

Colla I.ª poi o colla II.ª, che sono respettivamente le nostre 1.ª e 2.ª quando vi si faccia $\delta x - \delta z = \delta\alpha$, si trova

$$\delta y = \frac{R_{\prime\prime}^2}{R^2 - R_{\prime\prime}^2}\,\delta H$$

che è la 6.ª, già da noi precedentemente stabilita; e l'un modo verifica così e giustifica l'altro.

INDICE ANALITICO

			ERRORI	CORREZIONI
Pag. 9	*verso*	3	avea guadagnato	ha guadagnato
» 9	v.	5	dell' atmosfera	dell' atmosfera, e quanto ve n'è penetrato pel moto della canna medesima
» 13	v.	*ultimo*	al quale	la quale
» 14	v.	25	ne è ancora il centro di gravità.	è ancora il centro di gravità della staffa E F.
» 15	v.	*ultimo*	invece bastato	invero bastato
» 16	v.	10	parallepipeda	parallelepipeda
» 16	v.	20	30	40
» 16	v.	28	ad quelle	da quelle

Fig.ª 4.ª

Fig. 5.ª